

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-151120

(43)Date of publication of application : 24.05.2002

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

H01M 8/02

H01M 8/10

(21)Application number : 2000-342247

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 09.11.2000

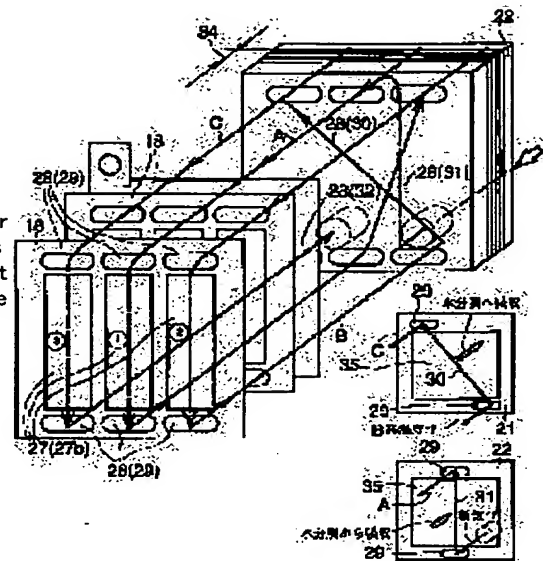
(72)Inventor : ARAKI YASUSHI

(54) GAS PASSAGE FOR FUEL CELL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a gas passage for a fuel cell capable of conducting moisture exchange between a dry part in the gas passage and a part wetter than the dry part, and uniformizing the moisture distribution within the reaction surface of the fuel cell.

SOLUTION: This gas passage for the fuel cell is formed such that the gas passage 27 of a power generating part 33 of each cell is divided into a plurality of gas passage segments 1, 2, 3 not communicating with each other in the power generating part, and the gas passage segments 1, 2, 3 are connected in series in the gas passage outside the power generating part. A moisture exchange part 34 formed by separating the gas passage for reacted gas passed through at least one gas passage segment from the gas passage for the unreacted gas flowing after this in the gas passage segment with a water permeable moisture exchange membrane 35 is installed outside the power generating part 33.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

01.04.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-151120
(P2002-151120A)

(43) 公開日 平成14年5月24日 (2002.5.24)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターム (参考)
H 0 1 M	8/04	H 0 1 M	K 5 H 0 2 6
	8/02		R 5 H 0 2 7
	8/10		P

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-342247 (P2000-342247)
(22) 出願日 平成12年11月9日 (2000.11.9)

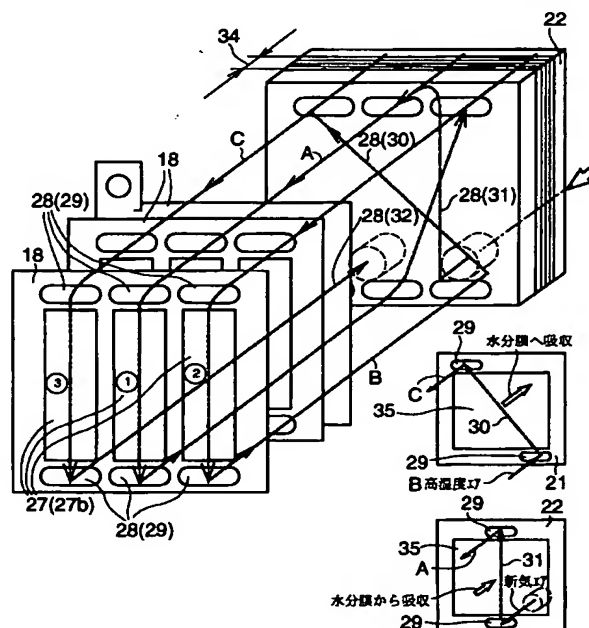
(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(72) 発明者 荒木 康
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(74) 代理人 100083091
弁理士 田淵 経雄
Fターム (参考) 5H026 AA06 CC03 CC08
5H027 AA06

(54) 【発明の名称】 燃料電池のガス流路

(57) 【要約】

【課題】 ガス流路のドライ部分とそれよりウエットな部分とでガスの水分交換を行うとともに、燃料電池の反応面内での水分分布の均一化もはかることができる、燃料電池のガス流路の提供。

【解決手段】 各セルの発電部33のガス流路27を発電部では連通しない複数のガス流路セグメント1、2、3に分け、該ガス流路セグメント1、2、3を発電部外のガス流路で直列に接続した燃料電池のガス流路であって、発電部33外に、少なくとも1つのガス流路セグメントを通過した既反応ガスのガス流路とガス流路セグメントに流入する前の未反応ガスのガス流路とを水分透過性のある水交換膜35で隔てた構造をもつ水交換部34を設けた燃料電池のガス流路。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 各セルの発電部のガス流路を発電部では連通しない複数のガス流路セグメントに分け、該ガス流路セグメントを発電部外のガス流路で直列に接続した燃料電池のガス流路であって、前記発電部外に、少なくとも 1 つのガス流路セグメントを通過した既反応ガスのガス流路とガス流路セグメントに流入する前の未反応ガスのガス流路とを水分透過性のある水交換膜で隔てた構造をもつ水交換部を設けたことを特徴とする燃料電池のガス流路。

【請求項 2】 各セル内で下流側のガス流路セグメントと上流側のガス流路セグメントとを隣接させた請求項 1 記載の燃料電池のガス流路。

【請求項 3】 各セル内で下流側のガス流路セグメントの通路断面積を上流側のガス流路セグメントの通路断面積より小とした請求項 1 記載の燃料電池のガス流路。

【請求項 4】 前記水交換部を、燃料電池スタックのターミナルより外側の部分に配置した請求項 1 記載の燃料電池のガス流路。

【請求項 5】 前記水交換部の既反応ガスのガス流路が、セルの最下流から 2 番目のガス流路セグメントを通過した後の既反応ガスが流れる既反応ガスのガス流路である請求項 4 記載の燃料電池のガス流路。

【請求項 6】 スタックを横置きとし、水交換部をスタックの上側に配置した請求項 1 記載の燃料電池のガス流路。

【請求項 7】 スタックを横置きとし、未反応ガスを発電部の下側に位置する未反応ガスのガス流路から発電部に入れ既反応ガスにして発電部の上側に位置する既反応ガスのガス流路に流し、該既反応ガスを前記発電部の上側の既反応ガスのガス流路で 1 ターンさせて発電部に入れて発電部の下側の既反応ガスのガス流路に流す流路構造とし、前記発電部の上側の既反応ガスのガス流路を、前記発電部の下側に位置する未反応ガスのガス流路に未反応ガスを送る未反応ガスのガス流路と前記水交換膜を介して隔てた請求項 6 記載の燃料電池のガス流路。

【請求項 8】 前記水交換膜を蛇腹状として平面状の場合よりも表面積を大とした請求項 7 記載の燃料電池のガス流路。

【請求項 9】 前記発電部の上側の既反応ガスのガス流路の壁に該壁に結露する水分を壁につたわせる傾斜部を設け、該傾斜部の下端部の下方に該傾斜部で集められた水をセル発電部に落下させることなく排除する排除部を設けた請求項 6 記載の燃料電池のガス流路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電解質膜の乾燥、湿潤過多を防止した燃料電池のガス流路構造に関する。

【0002】

【従来の技術】固体高分子電解質型燃料電池は、イオン交換膜からなる電解質膜とこの電解質膜の一面に配置された触媒層および拡散層からなる電極（アノード、燃料極）および電解質膜の他面に配置された触媒層および拡散層からなる電極（カソード、空気極）とからなる膜-電極アッセンブリ（MEA: Membrane-Electrode Assembly）と、アノード、カソードに燃料ガス（水素）および酸化ガス（酸素、通常は空気）を供給するための流体通路または冷却媒体を流すための流路を形成するセパレータとからセルを構成し、複数のセルの積層体からモジュールを構成し、モジュールを積層してモジュール群とし、モジュール群のセル積層方向両端に、ターミナル、インシュレータ、エンドプレートを設置してスタックを構成し、スタックをスタックの外側でセル積層体積層方向に延びる締結部材（たとえば、テンションプレート、テンションボルトなど）にて締め付け、固定したものからなる。固体高分子電解質型燃料電池では、アノード側では、水素を水素イオンと電子にする反応が行われ、水素イオンは電解質膜中をカソード側に移動し、カソード側では酸素と水素イオンおよび電子（隣りの MEA のアノードで生成した電子がセパレータを通してくる）から水を生成する反応が行われる。

アノード側： $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

カソード側： $2H^+ + 2e^- + (1/2)O_2 \rightarrow H_2O$

カソードでは、エアは入口では乾燥しているが水生成反応により通路下流（出口）側では水蒸気分が増加し、エアの飽和水蒸気量を越えると水滴となる。一方、電解質膜中を水素イオンが移動するためには電解質膜が適度に湿潤していることが必要である。電解質膜が乾燥していると膜中のプロトンの移動が阻害され抵抗となるため燃料電池の性能（出力電圧）が低下する。供給エアを加湿することで電解質膜の入口側での乾きは防止できるが、出口で反応生成水による水分過多により通路の水詰まりが生じ、酸素不足になってカソード側での反応が起こりにくくなるという問題が生じる。この問題を軽減するために、ガス流路に対して種々の工夫がなされている。たとえば、

① 特開平 6-132038 号は、燃料ガス、酸化ガスのそれぞれオフガスと入りガスとの水分交換を行うことを開示しており、

② 特開 2000-12051 号は、燃料電池反応面内で複数の分割した独立ガス流路を有し、スタック端で互いにガス流路同士を連通させることを開示している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記①、②の従来技術を組み合わせると、上記②の構成の最上流と最下流とにてガスの水分交換を行うようにしても、燃料電池の反応面内での水分分布の均一化は達成されないため、燃料電池のセルの安定出力が得られない。本発明の目的は、ガス流路のドライ部分とそれよりウェットな部分とでガスの

水分交換を行うとともに、燃料電池の反応面内での水分分布の均一化をはかることができる、燃料電池のガス流路を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明はつぎの通りである。

(1) 各セルの発電部のガス流路を発電部では連通しない複数のガス流路セグメントに分け、該ガス流路セグメントを発電部外のガス流路で直列に接続した燃料電池のガス流路であって、前記発電部外に、少なくとも1つのガス流路セグメントを通過した既反応ガスのガス流路とガス流路セグメントに流入する前の未反応ガスのガス流路とを水分透過性のある水交換膜で隔てた構造をもつ水交換部を設けたことを特徴とする燃料電池のガス流路。

(2) 各セル内で下流側のガス流路セグメントと上流側のガス流路セグメントとを隣接させた(1)記載の燃料電池のガス流路。

(3) 各セル内で下流側のガス流路セグメントの通路断面積を上流側のガス流路セグメントの通路断面積より小とした(1)記載の燃料電池のガス流路。

(4) 前記水交換部を、燃料電池スタックのターミナルより外側の部分に配置した(1)記載の燃料電池のガス流路。

(5) 前記水交換部の既反応ガスのガス流路が、セルの最下流から2番目のガス流路セグメントを通った後の既反応ガスが流れる既反応ガスのガス流路である(4)記載の燃料電池のガス流路。

(6) スタックを横置きとし、水交換部をスタックの上側に配置した(1)記載の燃料電池のガス流路。

(7) スタックを横置きとし、未反応ガスを発電部の下側に位置する未反応ガスのガス流路から発電部に入れ既反応ガスにして発電部の上側に位置する既反応ガスのガス流路に流し、該既反応ガスを前記発電部の上側の既反応ガスのガス流路で1ターンさせて発電部に入れて発電部の下側の既反応ガスのガス流路に流す流路構造とし、前記発電部の上側の既反応ガスのガス流路を、前記発電部の下側に位置する未反応ガスのガス流路に未反応ガスを送る未反応ガスのガス流路と前記水交換膜を介して隔てた(6)記載の燃料電池のガス流路。

(8) 前記水交換膜を蛇腹状として平面状の場合よりも表面積を大とした(7)記載の燃料電池のガス流路。

(9) 前記発電部の上側の既反応ガスのガス流路の壁に該壁に結露する水分を壁につたわせる傾斜部を設け、該傾斜部の下端部の下方に該傾斜部で集められた水をセル発電部に落下させることなく排除する排除部を設けた(6)記載の燃料電池のガス流路。

【0005】上記(1)の燃料電池のガス流路では、少なくとも1つのガス流路セグメントを通過した既反応ガスのガス流路と未反応ガスのガス流路とを水交換膜で隔

てたので、既反応ガスの水分が水交換膜を透過して未反応ガスに移行し、電解質膜の下流での湿潤過多と上流での乾燥が共に防止されるとともに、途中部と最上流との水交換もできて燃料電池の反応面内での水分分布の均一化をはかることができる。また、水交換膜が飽和することもないので、半永久的に作動する。また、セル発電部外に水交換部を設けたので、セル面積からの制限を受けることなく、高い効率で既反応ガスから未反応ガスへの水分移行が行われる。上記(2)の燃料電池のガス流路では、各セル内で下流側のガス流路セグメントと上流側のガス流路セグメントとを隣接させたので、セパレータ内での水分分布がより均一化される。上記(3)の燃料電池のガス流路では、各セル内で下流側のガス流路セグメントの通路断面積を上流側のガス流路セグメントの通路断面積より小としたので、発電反応によりガスが消費されても下流で流速が低下することがなく、下流で液滴が生じても、吹き飛ばされ、電池性能の液滴による低下が防止される。上記(4)の燃料電池のガス流路では、水交換部を燃料電池スタックのターミナルより外側の部分に配置したので、水交換部を、各セルの発電部に設ける必要がなく、発電性能を低下させず、また、全セルに対して共通にターミナルより外側の部分に設けることができるので、スペース効率もよい。上記(5)の燃料電池のガス流路では、水交換部の既反応ガスのガス流路に流れる既反応ガスは、セルの最下流から2番目のガス流路セグメントを通った後の既反応ガスのため、フラッシング前の最も高い湿度の既反応ガスと未反応ガスとで水交換を行うことができる。上記(6)の燃料電池のガス流路では、水交換部をスタックの上側に配置したので、水交換部を、各セルの発電部内に設ける必要がなく、発電性能を低下させることがなく、スペース効率もよい。上記(7)の燃料電池のガス流路では、ガスの流れを1ターンさせ湿潤の高い下流側のガス流路ではガスを上から下に流すので、たとえ水滴が生成しても下方に吹き飛ばすことができ、水によるガス通路詰まりが生じない。上記(8)の燃料電池のガス流路では、水交換膜を蛇腹状としたので、水交換膜の表面積が増大し、既反応ガスから未反応ガスへの水分透過量を増大できる。上記(9)の燃料電池のガス流路では、発電部の上側の既反応ガスのガス流路の壁に傾斜部を設け、該傾斜部の下端部の下方に排除部を設けたので、壁に生成した水滴を傾斜部をつたわせて排除部に導き、発電部に落下させずに外部に排除することができる。

【0006】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の燃料電池のガス流路を図1～図9(ただし、図9は比較例)を参照して、説明する。図中、図3、図4は本発明の実施例1を示し、図5～図7は本発明の実施例2を示し、図1、図2、図8は本発明の実施例1、2に共通に適用できる。本発明の何れの実施例にも共通する部分には、本発明の

実施例 1、2 にわたって同じ符号を付してある。まず、本発明の何れの実施例にも共通する部分を、たとえば図 1～図 4、図 8、図 9 を参照して、説明する。

【0007】本発明のガス流路が適用される燃料電池は、固体高分子電解質型燃料電池 10 である。燃料電池 10 は、たとえば燃料電池自動車に搭載される。ただし、自動車以外に用いられてもよい。固体高分子電解質型燃料電池 10 は、図 1、図 2 に示すように、イオン交換膜からなる電解質膜 11 とこの電解質膜 11 の一面に配置された触媒層 12 および拡散層 13 からなる電極 14 (アノード、燃料極) および電解質膜 11 の他面に配置された触媒層 15 および拡散層 16 からなる電極 17 (カソード、空気極) とからなる膜-電極アッセンブリ (MEA: Membrane-Electrode Assembly) と、電極 14、17 に燃料ガス (水素) および酸化ガス (酸素、通常は空気) を供給するための流体通路 27 および燃料電池冷却用の冷却水が流れる冷却水流路 26 を形成するセパレータ 18 とを重ねてセルを形成し、該セルを複数積層してモジュール 19 を構成し (たとえば、2 セルから 1 モジュールを構成し)、モジュール 19 を積層してモジュール群とし、モジュール群のセル積層方向 (燃料電池積層方向) 両端に、ターミナル 20、インシュレータ 21、エンドプレート 22 を配置してスタック 23 を構成し、スタック 23 を積層方向に締め付けスタック 23 の外側で燃料電池積層体積層方向に延びる締結部材 24 (たとえば、テンションプレート、スルーボルトなど) とボルト 25 またはナットで固定したものからなる。

【0008】触媒層 12、15 は白金 (Pt) を含むカーボン (C) からなる。拡散層 13、16 はガス透過性を有しカーボン (C) からなる。セパレータ 18 は、ガス、水不透過性で、通常は、カーボン (黒鉛である場合を含む) または金属または導電性樹脂の何れかからなる。図 2 では、セパレータ 18 が、カーボン (黒鉛である場合を含む) からなる場合を示すが、これに限るものではない。

【0009】セパレータ 18 は、燃料ガスと酸化ガス、燃料ガスと冷却水、酸化ガスと冷却水、の何れかを区画するとともに、隣り合うセルのアノードからカソードに電子が流れる電気の通路を形成している。冷却水流路 26 はセル毎に、または複数のセル毎に、設けられる。たとえば、図 2 に示すように 2 セルで 1 モジュールを構成するものでは、モジュール毎 (2 セル毎) に 1 つの冷却水流路 26 が設けられる。

【0010】セパレータ 18 は、通常、ほぼ四角形の板である。セパレータ 18 には、燃料電池を冷却する冷却水流路を形成するとともに反応ガスのガス流路を形成する冷却用セパレータ 18 A と、反応ガスのガス流路を形成する反応ガス用セパレータ 18 B との 2 種類のセパレータがある。発電部 33 (電極がある部位) では、冷却用セパレータ 18 A の一面に冷却水流路 26 が形成され

他面にガス流路 27 (燃料ガス流路 27 a または酸化ガス流路 27 b) が形成されており、冷却用セパレータ 18 A は冷却水と反応ガス (燃料ガスまたは酸化ガス) とを隔てる。また、反応ガス用セパレータ 18 B の一面に燃料ガス流路 27 a が形成され、他面に酸化ガス流路 27 b が形成されており、反応ガス用セパレータ 18 B は燃料ガスと酸化ガスとを隔てる。

【0011】図 3、図 4 に示すように、ガス流路は、発電部 33 のガス流路 27 と発電部 33 の外のガス流路 28 とからなる。発電部外のガス流路 28 は、ガスマニホール 29 を有する。発電部外のガス流路 28 は、さらに、ガスマニホール 29 同士を接続するガス流路 30 と、ガスマニホール 29 と外部からのガス入口とを接続するガス流路 31 と、ガスマニホール 29 と外部へのガス出口とを接続するガス流路 32 とを有していてもよい。セパレータ 18 には、発電部 33 より外側に、ガスマニホール 29、冷却水マニホール (図示略) が形成されており、発電部 33 に冷却水流路 26 および/またはガス流路 27 が形成されている。通常、ガスマニホール 29 は、燃料ガスマニホールと酸化ガスマニホールに分けられ、対向する 2 辺に酸化ガスマニホールが形成され、それと直交する方向の対向する 2 辺に燃料ガスマニホールが形成される。そして、通常、燃料ガスと酸化ガスとは、反応ガス用セパレータ 18 B の表裏で、直交する方向に流れる。

【0012】図 3、図 4 は、一面に酸化ガス (空気) のガス流路 27 b が形成され、外周部の対向 2 辺にガス (酸化ガス) マニホール 29 が形成されているセパレータ 18 を、酸化ガス流路 27 b 側から見た場合を示す。セパレータ 18 には外周部に酸化ガスマニホールが形成された 2 辺と直交する 2 辺に燃料ガスマニホールが形成されるが、図 3 では燃料ガスマニホールの図示を省略してある。図 3 に示すように、セパレータ面内のマニホール (酸化ガスマニホール) 29 は、互いに独立した 1 個以上 (図 3、図 4 では発電部の上と下に 3 個ずつ、図 5～図 7 では発電部の下に 2 個、上に 1 個) のマニホールとされている。

【0013】セパレータの発電部のガス流路 (酸化ガス流路、すなわちエア流路) 27 は、複数のガス流路セグメント (図 3、図 4 の場合はセグメント 1、2、3、図 5～図 7 の場合はセグメント 1、2) に分けられている。ガス流路セグメントのガス流路 27 は、発電部では、互いに連通しない。ガス流路セグメントは、発電部外のガス流路 28 により、直列に接続されている。発電部のガス流路は溝状のガス流路から構成されていてもよいし、多数の小突起によってセパレータと電極間に形成されるスペースであってもよい。ガス流路が溝状のガス流路である場合は、各ガス流路セグメントは並行する溝状のガス流路群である。各ガス流路セグメントのガス流路は、各ガス流路セグメントと対応するマニホール 2

9と連通している。ガス流路セグメントの個数は、図3、図4では3個の場合を示しているが、ガス流路セグメントの個数は1個以上であれば任意である。

【0014】セパレータ面内にある上流側のガス流路セグメント1のガス流路と下流側のガス流路セグメント

(図3、図4の場合はセグメント3、図5～図7の場合はセグメント2)のガス流路は、互いに隣接するように配置されている。また、下流側のガス流路セグメント

(図3、図4の場合はセグメント3、図5～図7の場合はセグメント2)のガス流路ではガスが上から下に向かって流れるようにされている。また、各セル内で下流側のガス流路セグメント(図3、図4の場合はセグメント3、図5～図7の場合はセグメント2)の通路断面積は上流側のガス流路セグメント1の通路断面積より小とされている。

【0015】本発明では、発電部33外のガス流路28には、少なくとも1つのガス流路セグメントのガス流路27を通過した既反応ガスのガス流路(たとえば、ガスマニホールド29同士を連通するガス流路30、またはガスマニホールド29)とガス流路セグメントに流入する前の未反応ガスのガス流路(たとえば、ガスマニホールド29と外部からのガス入口とを接続するガス流路31)とを水分透過性のある水交換膜35で隔てた構造をもつ水交換部34が、設けられている。水交換膜35は、水分透過性のある膜であれば任意の材質の膜であってよい。たとえば、電解質膜11は、水分透過性を有するので、水交換膜35に電解質膜11を用いることができる。

【0016】上記の本発明の全実施例に共通する部分の作用を、図7、図8を参照して、説明する。水交換部34では、湿度の高い既反応ガスの水分(水蒸気を含む)が、水交換膜35を透過して、湿度の低い未反応ガス側に移行し、既反応ガスの湿度を下げて発電部33の電解質膜のガス流路27下流側での湿潤過多を防止するとともに、湿度の低い未反応ガスの湿度を上げて発電部33の電解質膜のガス流路27上流側での乾燥を防止する。

【0017】図8は、図3、図4のセグメント数3の場合において、下流側ガス流路セグメント3に対応する電解質膜11の膜中水分量が低下されて湿潤過多が抑制され、上流側ガス流路セグメント1、または中間のガス流路セグメント2に対応する電解質膜11の膜中水分量が上げられて乾燥防止がはかられる様子を棒グラフで示している。図9は比較例で水交換部34を設けない場合

(本発明に含まず)を示している。図9からわかるように、下流側セグメントにいく程、電解質膜11の膜中水分量が增大していき、最下流側でエアの飽和水蒸気量を越えて水滴が出るとともに、最上流側で膜の乾燥が生じやすいことがわかる。

【0018】本発明では、水交換膜35を利用した、既反応ガスと未反応ガスの水交換により、既反応ガスから

の水分吸収を吸収材を用いて行うとともに未反応ガスの加湿を独立に行っていた従来に比べて、既反応ガスから吸収した水分を未反応ガスの加湿に再利用することができること、吸収材の飽和による水分吸収不能がなく半永久的に作動できること、特別な加湿装置が不要となること、等の点で改善される。

【0019】セパレータ面内にある上流側のガス流路セグメント1のガス流路と下流側のガス流路セグメント

(図3、図4の場合はセグメント3、図5～図7の場合はセグメント2)のガス流路が、互いに隣接するように配置されているので、湿度の高い下流側ガス流路セグメントから、電解質膜および電極を介して湿度の低い上流側ガス流路セグメントに水分が移行して水分分布が均一化に向かう。

【0020】また、下流側のガス流路セグメント3のガス流路ではガスが上から下に向かって流れるようにされているので、下流側のガス流路セグメント(図3、図4の場合はセグメント3、図5～図7の場合はセグメント2)のガス流路に水滴が生じてもガス流により下方に吹き飛ばされ、ガス流路の水詰まりおよび反応ガス供給不足を防止できる。

【0021】また、各セル内で下流側のガス流路セグメント(図3、図4の場合はセグメント3、図5～図7の場合はセグメント2)の通路断面積が上流側のガス流路セグメント1の通路断面積より小とされているので、酸素(燃料ガス流路では水素)の消費によるガス流速が低下を、通路断面積を下流側小とすることによりガス流速の増大により相殺でき、水滴が生成した場合の吹き飛ばし作用が維持される。

【0022】つぎに、本発明の各実施例に特有な構成、作用を説明する。本発明の実施例1では、図3、図4に示すように、スタック23は横置きで車両に搭載され、水交換部34が、燃料電池スタック23の一端部のターミナル20より外側の部分に配置されている。水交換部34は、スタック23の一端部のエンドプレート22とインシュレータ21の内部に形成されており、水交換膜35はエンドプレート22とインシュレータ21に挟まれている。水交換部34は、エンドプレート22に形成された未反応ガスガス流路31と、インシュレータ21に形成された既反応ガスガス流路30と、未反応ガスガス流路31と既反応ガスガス流路30とを隔てる水交換膜35とからなる。

【0023】発電部33のガス流路セグメントの個数は、たとえば3個(ただし、2個以上であれば、個数は任意)である。ガス流路セグメント1、2、3は、発電部外のガス流路28により、直列に接続されている。上流側ガス流路セグメント1の両側に、ガス流路セグメント2、3が位置している。ガス流路セグメント1、2、3のガス流れ方向は、図3の例では同じ方向としてあるが、上流側セグメント1と下流側セグメント3の流れ方

向は互いに逆方向としてもよい。逆方向とすることにより、湿度の高い部分と湿度の低い部分とを隣接させることができ、湿度分布均一化に寄与できる。

【0024】図3、図4では、ガス入口から入ったガスは、各セルのガス流路セグメント1の入口側ガスマニホール29からガス流路セグメント1のガス流路27に入り、ガス流路セグメント1の出口側ガスマニホール29に出て該ガスマニホールを通してスタック端部内（エンドプレートおよび／またはインシュレータ内に形成したガス流路30）に至り、スタック端部内のガス流路セグメント1の出口側ガスマニホールからスタック端部内のセグメント2の入口側ガスマニホールに流れる。同じことをガス流路セグメント2に対して繰り返す。すなわち、スタック端部内のガス流路セグメント2の入口側ガスマニホールに流れたガスは、各セルのガス流路セグメント2の入口側ガスマニホール29からガス流路セグメント2のガス流路に入り、ガス流路セグメント2の出口側ガスマニホール29に出て該ガスマニホールを通してスタック端部内（エンドプレートおよび／またはインシュレータ内に形成した通路30）に至り、スタック端部内のガス流路セグメント2の出口側ガスマニホールからスタック端部内のガス流路セグメント3の入口側ガスマニホールに流れる。上記を順次、ガス流路セグメント2、3と繰り返して、最後はスタック端部内のガス流路セグメント3の出口側ガスマニホールから外部に出ていく。水交換部34の既反応ガスのガス流路30は、セルの最下流から2番目のガス流路セグメント2を通った後の既反応ガスが流れる既反応ガスのガス流路30とされている。

【0025】本発明の実施例1の作用はつぎの通りである。水交換部34を燃料電池スタック23のターミナル20より外側の部分に配置したので、水交換部34を、各セルの発電部33に設ける必要がなく、水交換部を発電部に設けた場合に発電部面積が少なくなって燃料電池の発電性能が低下するという問題を生じることがなく、また、水交換部34を全セルに対して共通にターミナル20より外側の部分に設けることができるので、スペース効率がよい。

【0026】また、水交換部の既反応ガスのガス流路30に流れる既反応ガスは、セルの最下流から2番目のガス流路セグメント2を通った後の既反応ガスのため、フラッシング前の最も高い湿度の既反応ガスと未反応ガスとで水交換を行うことができる。そのため、フラッシング防止と膜乾燥防止を効率的にはかることができる。

【0027】本発明の実施例2では、図5～図7に示すように、スタック23は横置きで車両に搭載され、水交換部34がスタック23の上側に配置されている。また、発電部33のガス流路セグメントの個数はたとえば2個である。ガス流路セグメント1、2は、発電部33外の発電部上部のガスマニホール29により、直列に

接続されている。図5に示すように、未反応ガスは発電部33の下側に位置するガス流路28（未反応ガスのガスマニホール29）から発電部33のガス流路セグメント1のガス流路27に入り、既反応ガスになって発電部33の上側に位置するガス流路28（既反応ガスのガスマニホール29）に流れ、該既反応ガスは発電部33の上側のガス流路28（既反応ガスのガスマニホール29）で1ターンさせて発電部33のガス流路セグメント2のガス流路27に入り、発電部33の下側のガス流路28（既反応ガスのガスマニホール29）に流れる。

【0028】図6または図7に示すように、発電部33の上側のガス流路28（既反応ガスのガスマニホール29）は、発電部33の下側に位置するガス流路28（未反応ガスのガスマニホール29）に未反応ガスを送る未反応ガスのガス流路31と水交換膜35を介して隔てられている。図6では、未反応ガスのガス流路31と既反応ガスのガスマニホール29とを別室にして水交換膜35で仕切った構造としてある。水交換膜35は蛇腹状とされ平面状の場合よりも表面積を大としてある。図7では、発電部33の上側の既反応ガスのガス流路28（既反応ガスのガスマニホール29）の壁に該壁に結露する水分を壁につたわせる傾斜部36を設け、傾斜部36の下端部の下方に、傾斜部36で集められた水をセル発電部33に落下させることなく排除する排除部37が設けられている。

【0029】本発明の実施例2の作用はつぎの通りである。水交換部34をスタック23の上側に配置したので、水交換部34を、各セルの発電部33内に設ける必要がなく、発電性能を低下させることがなく、スペース効率もよい。また、ガスの流れを1ターンさせ湿潤の高い下流側のガス流路2ではガスを上から下に流すので、たとえ水滴が生成しても下方に吹き飛ばすことができ、水によるガス通路詰まりが生じない。また、図6では、水交換膜35を蛇腹状としたので、水交換膜35の表面積が増大し、既反応ガスから未反応ガスへの水分透過量を増大できる。また、図7では、発電部の上側の既反応ガスのガス流路の壁に傾斜部36を設け、傾斜部36の下端部の下方に排除部37を設けたので、ガスマニホール29の壁に生成した水滴を傾斜部36をつたわせて排除部37に導き、発電部33に落下させずに外部に排除することができる。

【0030】

【発明の効果】請求項1の燃料電池のガス流路によれば、少なくとも1つのガス流路セグメントを通過した既反応ガスのガス流路と未反応ガスのガス流路とを水交換膜で隔てたので、既反応ガスの水分が水交換膜を透過して未反応ガスに移行し、電解質膜の下流での湿潤過多と上流での乾燥が共に防止されるとともに、途中部と最上流との水交換もできて燃料電池の反応面内での水分分布

の均一化もはかることができる。また、水交換膜が飽和することもないので、半永久的に作動する。また、セル発電部外に水交換部を設けたので、セル面積からの制限を受けることなく、高い効率で既反応ガスから未反応ガスへの水分移行を行わせることができる。請求項 2 の燃料電池のガス流路によれば、各セル内で下流側のガス流路セグメントと上流側のガス流路セグメントとを隣接させたので、セパレータ内での水分分布を、隣接させない場合に比べてより一層均一化できる。請求項 3 の燃料電池のガス流路によれば、各セル内で下流側のガス流路セグメントの通路断面積を上流側のガス流路セグメントの通路断面積より小としたので、下流での流速低下を防止でき、下流で液滴が生じても、吹き飛ばすことができ、液滴による電池性能の低下を防止できる。請求項 4 の燃料電池のガス流路によれば、水交換部を燃料電池スタックのターミナルより外側の部分に配置したので、水交換部を、各セルの発電部に設ける必要がなく、発電性能を低下させない。また、水交換部を全セルに対して共通にターミナルより外側の部分に設けることができるので、スペース効率がよい。請求項 5 の燃料電池のガス流路によれば、水交換部の既反応ガスのガス流路に流れる既反応ガスを、セルの最下流から 2 番目のガス流路セグメントを通った後の既反応ガスとしたため、フラッシング前の最も高い湿度の既反応ガスと未反応ガスとで効率良く水交換を行わせることができる。請求項 6 の燃料電池のガス流路によれば、水交換部をスタックの上側に配置したので、水交換部を、各セルの発電部内に設ける必要がなく、発電性能を低下させることなく、スペース効率もよい。請求項 7 の燃料電池のガス流路によれば、ガスの流れを 1 ターンさせ湿潤の高い下流側のガス流路ではガスを上から下に流すので、たとえ水滴が生成しても下方に吹き飛ばすことができ、水によるガス通路詰まりを防止できる。請求項 8 の燃料電池のガス流路によれば、水交換膜を蛇腹状としたので、水交換膜の表面積を増大でき、既反応ガスから未反応ガスへの水分透過量を増大できる。請求項 9 の燃料電池のガス流路によれば、発電部の上側の既反応ガスのガス流路の壁に傾斜部を設け、該傾斜部の下端部の下方に排除部を設けたので、壁に生成した水滴を傾斜部をつたわせて排除部に導き、発電部に落下させずに外部に排除することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例 1、2 の燃料電池のガス流路を備えた燃料電池の全体概略図である。

【図 2】図 1 の燃料電池のモジュールの端部とその近傍の断面図である。

【図 3】本発明の実施例 1 の燃料電池のガス流路の、セパレータの酸化ガス流路側から見た、概略斜視図である。

【図 4】図 3 のスタック端部の断面図である。

【図 5】本発明の実施例 2 の燃料電池のガス流路の、セ

パレータの酸化ガス流路側から見た、概略正面図である。

【図 6】本発明の実施例 2 の、水交換部を具備する燃料電池のガス流路の、セパレータの酸化ガス流路側から見た、概略正面図である。

【図 7】本発明の実施例 2 の、図 6 とは別構造の水交換部を具備する燃料電池のガス流路の、セパレータの酸化ガス流路側から見た、概略正面図である。

【図 8】本発明の実施例 1、2 の燃料電池のガス流路におけるセパレータ内ガス流路セグメント間での水分のやりとりとその前後における膜中水分量を棒グラフである。

【図 9】従来の燃料電池のガス流路の問題を模式化して示した、各ガス流路セグメントでの膜中水分量の棒グラフである。

【符号の説明】

1、2、3 ガス流路セグメント（単にセグメントともいう）

10 （固体高分子電解質型）燃料電池

11 電解質膜

12 触媒層

13 拡散層

14 電極（アノード、燃料極）

15 触媒層

16 拡散層

17 電極（カソード、空気極）

18 セパレータ

18A 冷却用セパレータ

18B 反応ガス用セパレータ

19 モジュール

20 ターミナル

21 インシュレータ

22 エンドプレート

23 スタック

24 締結部材（テンションプレート）

25 ボルトまたはナット

26 冷却水流路

27 ガス流路（発電部のガス流路）

27a 燃料ガス流路

27b 酸化ガス流路

28 ガス流路（発電部外のガス流路）

29 ガスマニホールド

30 ガスマニホールド同士を接続するガス流路

31 ガス入口からガスマニホールドに未反応ガスを流すガス流路

32 ガスマニホールドからガス出口に既反応ガスを流すガス流路

33 発電部（電極に対応する部分）

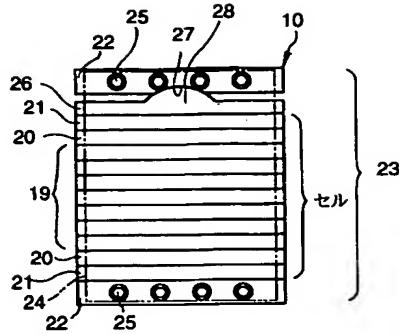
34 水交換部

35 水交換膜

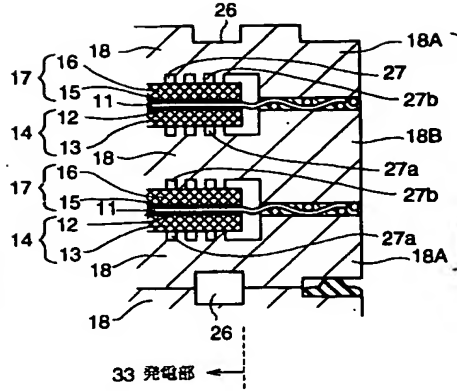
36 傾斜部

37 排除部

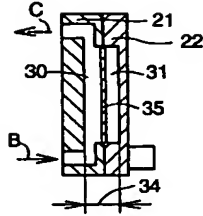
【図1】



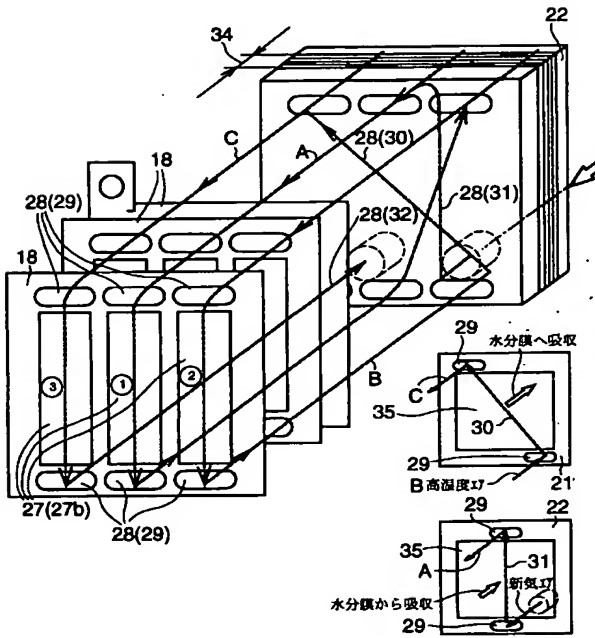
【図2】



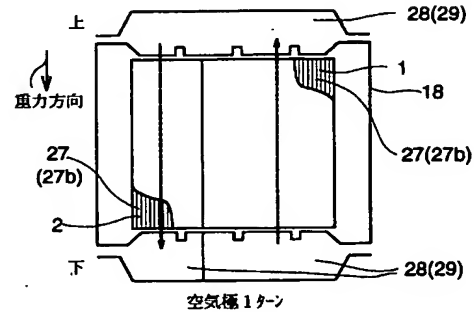
【図4】



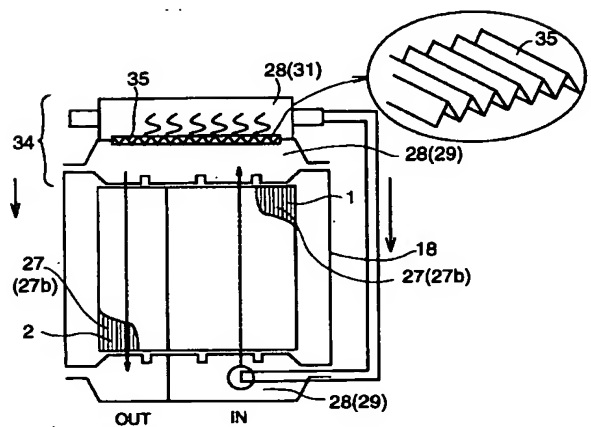
【図3】



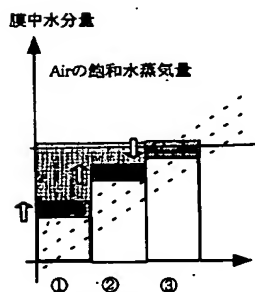
【図5】



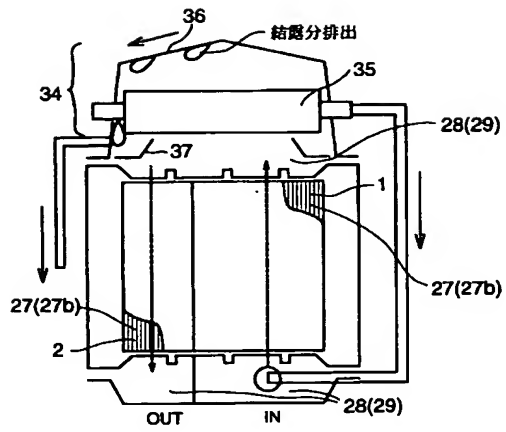
【図6】



【図8】



【図 7】



【図 9】

